

Considerații asupra sistemului de livrare a produselor în cazul automatelor de vânzare independente energetic.

CONSIDERATIONS ON THE PRODUCT DELIVERY SYSTEM IN THE CASE OF ENERGY-INDEPENDENT VENDING MACHINES

Mihail SAVANIU¹, Oana TONCIU², Andrei TEODORESCU³

¹ S.I.dr.ing., UTCB – Facultatea de Inginerie Mecanica si Robotica în construcții
E-mail: mihai.savaniu@utcb.ro

² S.I.dr.ing., UTCB – Facultatea de Inginerie Mecanica si Robotica în construcții
E-mail: oana.tonciu@utcb.ro

³ Drd.ing., UTCB – Facultatea de Inginerie Mecanica si Robotica în construcții
E-mail: andrei-serban.teodorescu@phd.utcb.ro

Rezumat. *Automatele de vânzare a produselor sunt tot mai prezente în comerțul cu amănuntul. În contextul global al reducerii consumului de energie și al utilizării energiilor alternative, am realizat un model experimental al unui automat de vânzare independent energetic. Automatele de vânzare sunt constituite din mai multe subsisteme iar cel de livrare a produselor are un rol important în bilanțul energetic. Sistemul de livrare a produselor este un consumator important de energie, astfel ca în vederea optimizării consumului acestuia, am realizat un simulator utilizând un soft adecvat. Prezenta lucrare prezintă simulatorul utilizat pentru studiul sistemului de descărcare a produselor în cazul automatelor de vânzare independente energetic.*

Cuvinte cheie: automat de vânzare; simulare miscarii; energie alternativa.

Abstract. *Vending machines are increasingly present in the retail trade. In the global context of reducing energy consumption and the use of alternative energies, we created an experimental model of an energy-independent vending machine. Vending machines are made up of several subsystems and the product delivery system has an important role in the energy balance. The product delivery system is an important energy consumer, so in order to optimize its consumption, we created a simulator using an appropriate software. This paper presents the simulator used to study the product delivery system in the case of energy-independent vending machines.*

Keywords: vending machine, movement simulation, renewable sources

1. Introducere

Automatele de vânzare sunt în momentul actual foarte prezente în activitățile de comerț cu amănuntul direct către populație. Din cauza situației epidemiologice generate de pandemia de COVID 19, comercianții de produse au încercat să limiteze contactul dintre vânzător și client și au dezvoltat sisteme de vânzare automate care să fie amplasate cât mai aproape de client. Pentru realizarea acestui deziderat, un factor determinant în ceea ce privește posibilitatea de amplasare, îl reprezintă posibilitatea de alimentare cu energie electrică. Dezvoltarea unor sisteme de vânzare inovative independente energetic este unul din obiectivele proiectului POC - 121420 denumit „Sisteme de vânzare inovative eficiente energetic, pentru utilizare în mediul urban - SVIEE”. În cadrul proiectului, în una din etapele acestuia, a fost dezvoltat un model experimental cu ajutorul căruia am analizat toate

subsistemele unui sistem de vânzare independent energetic a produselor reci sau calde: sistemul de alimentare cu energie electrică folosind energie solară; sistemul de stocare a produselor; sistemul de răcire a produselor; sistemul de încălzire a produselor; sistemul de livrare a produselor. În prezenta lucrare prezentăm un simulator care a fost utilizat în optimizarea sistemului de stocare și livrare a produselor către celelalte subsisteme. Simulările au constituit o etapă premergătoare a proiectării modelului experimental al automatului de vânzare independent energetic.

Sistemele de livrare a produselor sunt în mod tradițional mecanisme de livrare având în componență o spirală care prin rotire permite avansul produselor către zona de livrare. Sistemele de livrare sunt diverse și au diferite tipologii și mecanisme de acționare [2],[3]. Pentru modelul experimental construit am testat în prima fază soluția de mecanism cu spirală. În literatura de specialitate există referințe pentru un astfel de sistem de livrare cum este *Sistemul de livrare cu spirale de tip raft* [1] caz în care sistemul este unul de tip raft, produsele fiind livrate cu ajutorul unei spirale acționate de un motor electric.

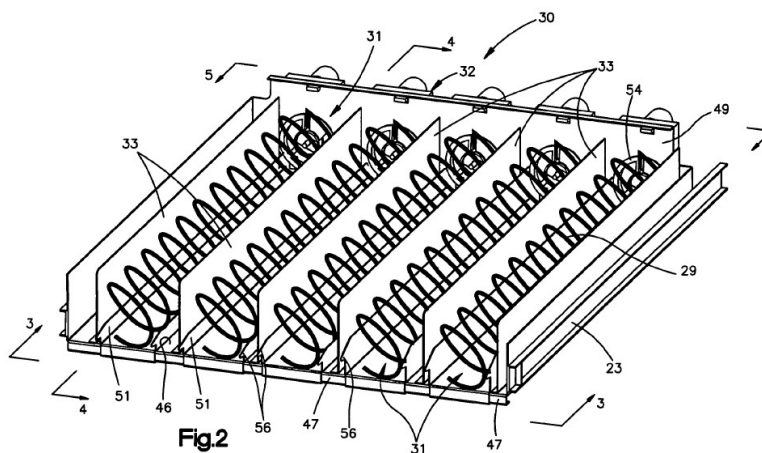


Fig.1 Raft cu spirale pentru stocarea și distribuția produselor [1].

În cazul modelului experimental, am implementat pentru stocarea și livrarea produselor un sistem de livrare existent, anume un sistem cu spirală. Acesta este des utilizat în cazul automatelor de vânzare și este întâlnit la marea majoritate a automatelor pentru produse diverse. În cazul simulărilor și ulterior al testării am încercat să optimizăm parametrii de funcționare a sistemului în raport cu tipul de produs și materialele din care este confecționat sistemul de livrare.

2. CONȚINUTUL LUCRĂRII

Modelul experimental a automatului de vânzare independent energetic, realizat în cadrul proiectului POC 121420, este prezentat în figura nr. 2.

CONSIDERAȚII ASUPRA SISTEMULUI DE LIVRARE A PRODUSELOR ÎN CAZUL AUTOMATELOR DE VÂNZARE INDEPENDENTE ENERGETIC.



Fig. 2 Model experimental SVIEE

Modelul experimental, așa cum reiese și din fig.1, a fost modelat în 3D, în etapa de proiectare, utilizând mediul de proiectare SolidWorks. Proiectarea prin intermediul acestui soft, a permis ulterior realizarea mai multor analize și simulări care au ajutat în optimizarea funcționării subsistemelor acestuia.

Stocarea și livrarea produselor în cazul modelului experimental proiectat, se realizează prin intermediul următoarelor componente:

- Matrice compusa din șase tăvi de stocare și livrare, tăvi dotate cu sistem de livrare cu spirală;
- Cuva izolată termic în care este amplasată matricea de tăvi;
- Zonă de colectare și transport gravitațional al produsului către celelalte subsisteme.



Fig. 3 Matrice de tăvi, cuva izolată termic și zona de colectare în cazul modelului experimental

Demersurile efectuate în vederea dimensionării și realizării sistemului de stocare și livrare prezentat anterior au început cu o analiză teoretică a consumului de energie electrică a

tăvilor de livrare dotate cu spirale pentru diverse scenarii de funcționare. Datorita complexității sistemului, a diversității în ceea ce privește produsele care urmează a fi stocate și livrate, a diferitelor regimuri de livrare, am realizat un simulator care sa ne permită, cu ușurința, realizarea unor optimizări.

Pentru reducerea consumului de energie, am adoptat o soluție de transport gravitațional între zona de stocare-livrare și celelalte subsisteme ale modelului experimental. Sistemul de descărcare gravitațional trebuie modelat și optimizat, în ceea ce privește forma pâlniei de colectare, astfel încât să poată conduce produsele către ușa de evacuare (ZE în fig.4) a incintei izolate termic. Pâlnia de colectare a produselor trebuie modelată astfel încât orice produs descărcat din tăvile amplasate în incinta izolată termic să ajungă la ușa de evacuare notată ZE. Optimizarea sistemului de transport gravitațional era posibilă fie printr-un model experimental realizat pentru această zonă, fie prin realizarea unui simulator în SolidWorks cu ajutorul căruia să testăm diferite situații și ulterior să validăm soluția care va fi implementată pentru modelul experimental. Simulatorul realizat în SolidWorks este prezentat în fig.4.

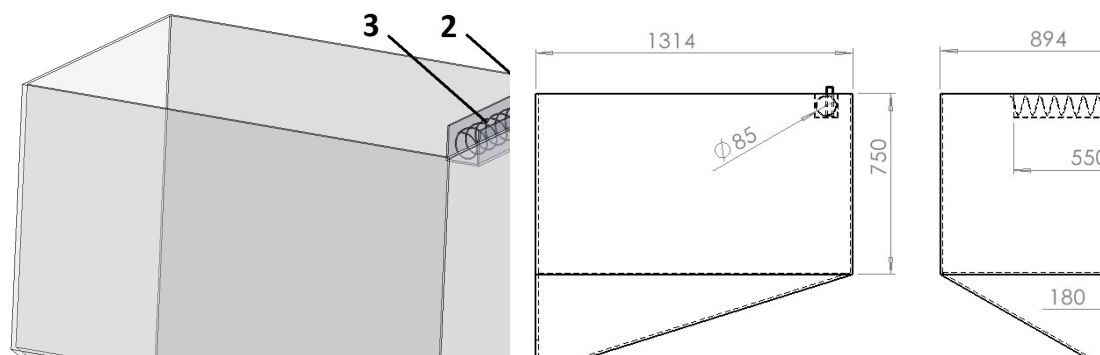


Fig. 4 Simulator realizat în SolidWorks

Elementele componente ale simulatorului sunt următoarele: produs (poziția 1 în fig.4); carcasa tavă (poziția 2 în fig.4); spirală (poziția 3 în fig.4); cuvă interioară a incintei izolate termic (poziția 4 în fig.4); ușa de evacuare a produselor (ZE în fig.4). Dimensiunile sistemului simulat sunt prezentate în fig.4.

Utilizând subrutina *Motion Analysis* din SolidWorks am testat subsistemul într-un mediu virtual în care am putut crea mai multe scenarii de lucru. Utilizând simulatorul am putut considera:

- materiale diferite pentru spirala și tava – coeficienți de frecare diferiți;
- materiale diferite utilizate pentru suprafața interioară a cuvei-coeficienți de frecare diferiți;
- produse având diferite greutăți;
- viteze diferite de livrare a produselor.

Un posibil scenariu de simulare a fost definit astfel: la nivelul spiralei s-a considerat un motor care acționează spirala cu o rotație de 1.51 rot/sec; între produs și spirala s-a considerat un contact având un coeficient de frecare de 0.15; între spirala și carcasa tavă s-a considerat contact având un coeficient de frecare de 0.15; între produs și carcasa tavă am considerat contact având un coeficient de frecare de 0.15; între produs și cuva interioară s-a considerat contact având un coeficient de frecare de 0.10; produsul are o greutate de 110 grame.

În urma rularii simulării am obținut o traiectorie a deplasării produsului în perimetrul spiralei și caderea acestuia în cuva interioară, așa cum este prezentat în fig.5.

CONSIDERAȚII ASUPRA SISTEMULUI DE LIVRARE A PRODUSELOR ÎN CAZUL AUTOMATELOR DE VÂNZARE INDEPENDENTE ENERGETIC.

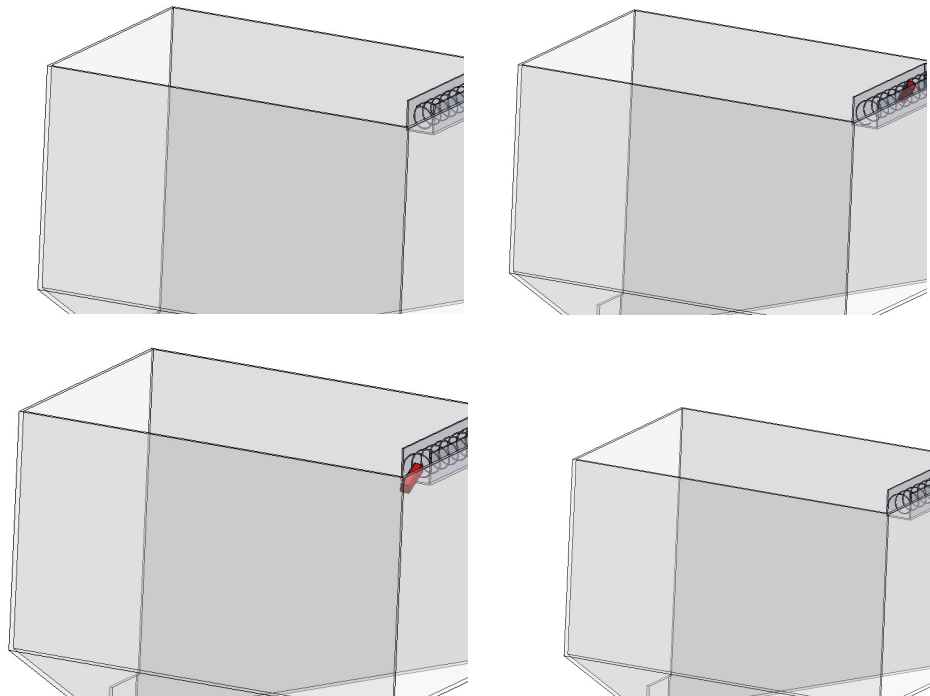


Fig. 5 Etape din timpul rulării simulatorului

Am realizat simulări, având în vedere mai multe scenarii care au presupus diferite poziții ale tăvii în spațiul interior al cuvei izolate termic. Cu ajutorul simularilor am putut optimiza geometria suprafețelor interioare ale cuvei pentru a putea realiza transportul gravitațional al produselor indiferent de poziția tăvii în interiorul cuvei și de greutatea produsului livrat către ușa de evacuare a produselor. Doua din scenariile rulate pe simulator sunt prezentate în fig.6.

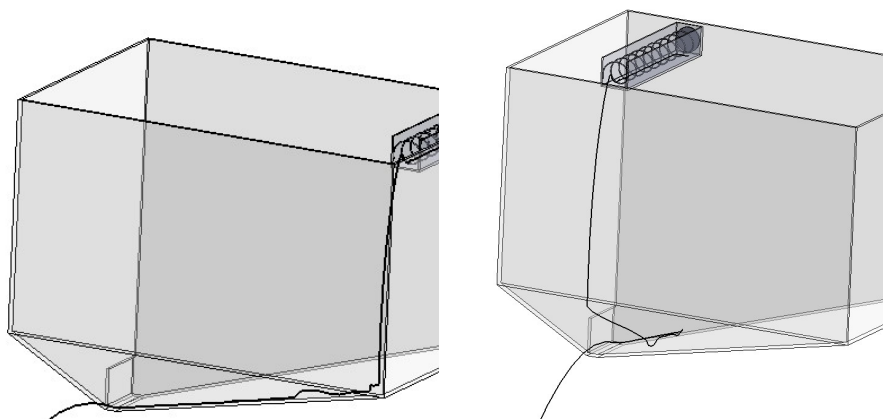


Fig. 6 Traectorii ale deplasării produsului pentru diferite poziții ale tăvii

Cu ajutorul simulărilor și al instrumentelor oferite de Motion Analysis, am estimat consumul de energie necesar pentru deplasarea produsului stocat în tava cu ajutorul spiralei în vederea livrării, pentru diferite scenarii de lucru. Am realizat teste pornind de la un produs până la maximum de produse care poate fi amplasat în tava cu spirală. De asemenea în

simulările efectuate am avut în vedere produse cu greutatea diferite și cu viteze de deplasare diferite în timpul simulărilor. Prezentăm în sinteza, rezultatele simulărilor având în vedere următoarele scenarii:

- Scenariul 1 - în care produsul are greutatea de 110 grame și turația spiralei de 1.51 rot/sec, caz în care puterea necesară la axul motorului care acționează spirala este de maxim 3 Watt.

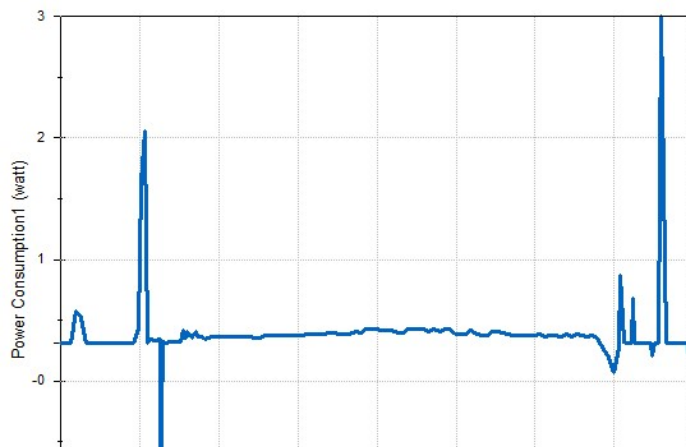


Fig. 7 Puterea la axul motorului de acționare a spiralei – scenariul 1

- Scenariul 2 - în care produsul are greutatea de 110 grame și turația spiralei de 3.02 rot/sec, caz în care puterea necesară la axul motorului care acționează spirala este de maxim 24 Watt.

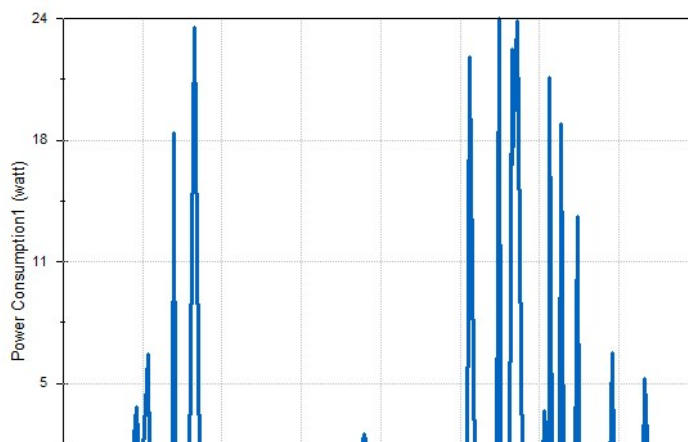


Fig. 8 Puterea la axul motorului de acționare a spiralei – scenariul 2

- Scenariul 3 - în care produsul are greutatea de 295 grame și turația spiralei de 1.51 rot/sec, caz în care puterea necesară la axul motorului care acționează spirala este de maxim 14 Watt.

CONSIDERAȚII ASUPRA SISTEMULUI DE LIVRARE A PRODUSELOR ÎN CAZUL AUTOMATELOR DE VÂNZARE INDEPENDENTE ENERGETIC.

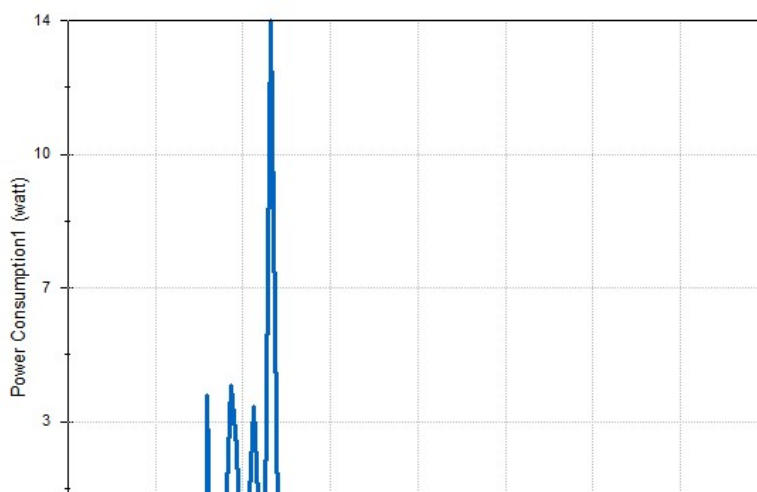


Fig. 9 Puterea la axul motorului de acționare a spiralei – scenariul 3

- Scenariul 4 - în care produsul are greutatea de 295 grame și turația spiralei de 3.02 rot/sec, caz în care putere necesară la axul motorului care acționează spirala este de maxim 24 Watt.

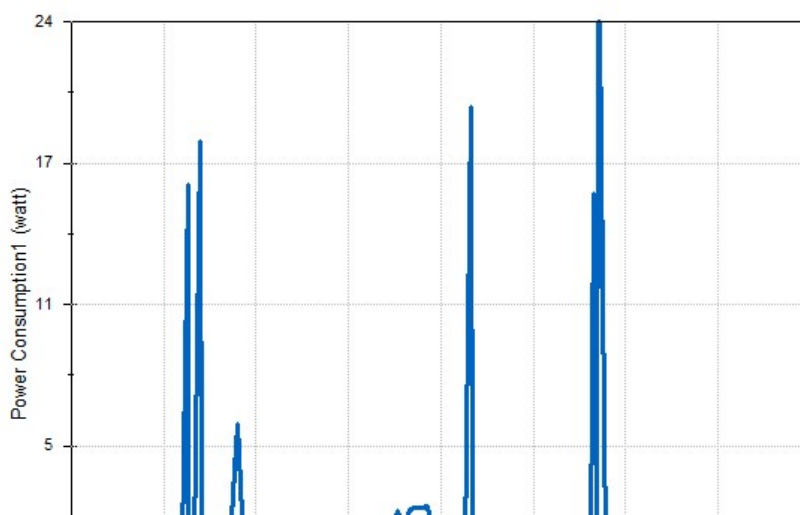


Fig. 10 Puterea la axul motorului de acționare a spiralei – scenariul 4

6. CONCLUZII

În vederea optimizării consumului de energie pentru automatele de vânzare a produselor, în cazul sistemului de stocare și livrare a produselor care utilizează spirale, simulatorul prezentat în acest articol a fost foarte util și a permis aprecierea din faza de proiectare a modelului experimental al consumului de energie electrică.

În urma simulărilor rulate am constatat că există o dependență între greutatea produsului livrat, a turației spiralei și consumul de energie. Astfel, pentru a reduce consumul de energie, în cazul produselor având greutate mare se impune să reducem timpul de livrare și

sa avem posibilitatea de a varia turația spiralei in funcție de numărul de produse si de greutatea acestora.

Simulatorul a permis să verificam și să validam dacă descărcarea gravitațională, pe care am adoptat-o in cazul modelului experimental, permite livrarea produselor către celelalte subsisteme ale automatului de vânzare. Simulările realizate cu ajutorul softului SolidWorks și al subrutinei Motion Analysis permit realizarea testării virtuale a unor mecanisme pentru care ar fi dificil de realizat și utilizat un aparat matematic adecvat.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Brent D. Garson, Barry P. May, Roger J. May Jr** ; Vendors Exchange International – Patent No 8,550,293 B2 – Replacement shelf for vending machine;
- [2] **Higuchi, Y.** History of the Development of Beverage Vending Machine Technology in Japan, 7, 2007; pp. 1–69
- [3] **Vennan Sibanda, Lorraine Munsetsi, Khumbulani Mpofu, Eriyeti Murena, John Trimble,** Desing of a high-tech vending machine, 30 th CIRP Desing Conference 2020 , Procedia CIRP 91 (2020) 678-683
- [4] *** SolidWorks – Motion Analysis <https://www.solidworks.com/>